

**Oberflächentemperaturmessungen als Methode des intraoperativen  
Monitorings einer endoskopisch-thorakalen Sympathikusausschaltung bei  
Hyperhidrosis palmo-axillaris**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades - Dr. med. -

an der Medizinischen Fakultät  
der Universität Leipzig

eingereicht von: Sebastian Krämer  
geboren am 27.01.1983  
in Plauen

angefertigt an: der Klinik für Thoraxchirurgie des Klinikums St. Georg gGmbH,  
Leipzig

und der

Klinik für Visceral-, Transplantations-, Thorax- und Gefäßchirurgie  
des Universitätsklinikums Leipzig AöR

Betreuer: Dr. med. Axel Skuballa und Prof. Dr. med. Uwe Eichfeld

Beschluss über die Verleihung des Doktorgrades vom: 24.09.2013

## **Inhaltsverzeichnis**

	Seite/-n
Bibliographische Zusammenfassung	3
Einführung	4 - 9
Publikation	10 - 19
Zusammenfassung	20 - 21
Literatur der Dissertation	22 - 23
Literatur der Publikation	24 - 25
Selbstständigkeitserklärung	26
Lebenslauf	27

## **Bibliographische Beschreibung**

Krämer, Sebastian

### **Oberflächentemperaturmessungen als Methode des intraoperativen Monitorings einer endoskopisch-thorakalen Sympathikusausschaltung bei Hyperhidrosis palmo-axillaris**

Universität Leipzig, Dissertation

27 S.<sup>1</sup>, 27/20 Lit.<sup>2</sup>, 3 Abb., 3 Tab.

Referat:

Patienten mit der Diagnose einer primären Hyperhidrosis leiden an einer Ausprägung des Schwitzens, welche nicht im Verhältnis zu den gegebenen äußeren oder inneren Anforderungen steht. Die endoskopische Sympathikuschirurgie bietet eine Option in der Behandlung der Hyperhidrosis palmaris und axillaris. Die vorliegende Arbeit präsentiert die Ergebnisse eines standardisierten Behandlungsplans verbunden mit dem Ziel einer intraoperativen Erfolgskontrolle durch die Kontrolle der Körpertemperatur an definierten Körperpositionen. Hauptaugenmerk lag darin, eine zu einem bestimmten Zeitpunkt signifikante Änderung der Körperoberflächentemperatur gegenüber der Körperkerntemperatur zu detektieren.

Zwanzig Patienten mit der Diagnose einer primären Hyperhidrosis palmo-axillaris wurden in einem prospektiven Protokoll prä-, intra- und postoperativ über ein halbes Jahr beobachtet. Aus den gewonnenen Daten werden Aussagen über den unmittelbaren und langfristigen Operationserfolg sowie subjektive wie objektive Graduierungen des Schweregrades vor und nach der Operation getroffen. Das Datenmaterial wird dabei einer Kontrollgruppe gegenübergestellt.

Unter der Berücksichtigung von bestimmten Änderungen der Körperoberflächentemperatur innerhalb definierter Zeitintervalle kann der Operationserfolg dieser in der Regel streng elektiven Methode schon intraoperativ abgeschätzt werden.

<sup>1</sup> Seitenzahl insgesamt

<sup>2</sup> Zahl der im Literaturverzeichnis ausgewiesenen Literaturangaben (Dissertation/ Publikation)

## **Einführung**

Für homoiotherme Lebewesen stellt die innere Homöostase mit einer gleichbleibenden Körperkerntemperatur von 36,5°C bis 37°C eine Grundvoraussetzung des Überlebens dar. Beim Menschen wird am frühen Morgen ein Minimum der Kerntemperatur und im Verlauf des Tages ein Anstieg zu einem Maximum am Abend gefunden. Die Differenz beträgt im Mittel etwa ein Grad Celsius. Über verschiedenste Prozesse ist der Mensch zur Wärmeproduktion und Wärmeabgabe befähigt. Man spricht von einem Wärmestrom, der im stationären Zustand als innerer Wärmestrom gleich der metabolischen Stoffwechsellleistung des Körpers und konsekutiv gleich dem Wärmestrom der Körperoberfläche an die Umgebung ist. Dieser äußere Wärmestrom weist 4 Komponenten auf. Die Konduktion bedeutet Wärmeabgabe an einen fest mit dem Körper verbundenen Stoff. Der kontinuierliche, in Serie geschaltete, konduktive Austausch an fließende Flüssigkeiten oder Gase wird als Konvektion beschrieben. Weitere Wärme wird durch Strahlung abgegeben. Bei den erwähnten Varianten ist stets ein absoluter oder relativer Temperaturgradient notwendig. Die Evaporation durch Verdunstung von Wasser an der Körperoberfläche setzt dagegen ein Wasserdampfdruckgefälle voraus. Dies ist die effektivste und für den Menschen am besten steuerbare Form der Wärmeabgabe. Ein Liter Schweiß hat dabei das Potential 2400 kJ Verdunstungswärme abzuführen. Dies entspricht einem Drittel der Ruhewärmeproduktion eines Menschen am Tag. Unter der Perspiratio insensibilis versteht man den durch Diffusion durch Haut und Schleimhaut abgegebene Wasseranteil von 500 - 800 ml/d, der an der Evaporation teilnimmt. Dies entspricht explizit nicht der glandulären Wasserabgabe im Sinne des Schwitzens.

Physiologisch gilt Schwitzen als ein komplex regulierter Prozesskreis, der in der Abgabe von wässrigem Sekret aus ekkrinen Schweißdrüsen resultiert. Der NaCl-Anteil liegt bei 5 - 100 mmol/l. Mit einem etwaigen Wasseranteil von 99 % ist Schweiß hypoton zum Organismus. Durch die rasche Verdunstung des Schweißes wird dem Körper Wärme entzogen, so dass der Organismus vor Überhitzung geschützt wird und die essentielle interne Homöostase erhalten werden kann. Die hierzu erforderliche Schweißmenge kann in Extremsituationen Normwerte von 0,5 - 1 ml/min übersteigen und maximale Totalwerte von bis zu 10 - 12 Liter pro Tag erreichen. Die ekkrinen Schweißdrüsen sind mit einer Gesamtzahl von ca. 2 - 4 Millionen beim Menschen nahezu über den kompletten Körper verteilt. Ausnahmen bilden Lippenränder, Nagelbett, Brustwarzen, inneres Präputium, kleine Schamlippen, Glans penis, Glans clitoridis. Eine besonders hohe Dichte findet sich an den Handflächen, Fußsohlen, Stirn,

Rücken und Axillen. Der Thermoregulation dienen jedoch vorwiegend ekkrine Schweißdrüsen an behaarten Körperarealen. Ekkrine Schweißdrüsen reagieren neben deren thermoregulatorischen Funktionen auch auf emotionale Stimuli.

Gegenüber dem thermoregulatorischen muss das emotional bedingte Schwitzen gestellt werden. Das emotional bedingte Schwitzen tritt unbewusst in Momenten sensorischer Sensationen und kognitiv- oder verhaltensrelevanter Situationen auf. Es werden dabei gezielt das Gesicht, Handflächen, Fußsohlen und die Achselhöhlen angesteuert. Evolutionär spielt hier die Integrität des Wahrnehmens mit.

Emotionales Schwitzen der Palma wird durch die begleitende Vasokonstriktion auch als paradox bezeichnet. Das Gefühl der kühlen, nassen Hände unter Stresssituationen ist weitläufig bekannt.

Die Steuerung des Schwitzens ist komplex und integrativ mit herausgehobener Bedeutung des Hypothalamus im zentralen Nervensystem. Im peripheren Nervensystem übernehmen Fasern des Sympathikus die Schaltfunktion. Die Perikarya der präganglionären, efferenten, sympathischen Nervenzellen befinden sich in den thorakalen und lumbalen Segmenten von C8 - L2/3 im Nucleus intermediolateralis. Segmentweise verlassen die entsprechenden Axone des Sympathikus mit den somatoefferenten Nerven das Rückenmark (T2 - T8 - obere Extremität, T1 - T4 - Gesicht, T4 - T12 - Körperstamm, T10 - L2 - untere Extremität). Nach einem kurzen gemeinsamen Verlauf im Spinalnerven trennen sich die Sympathikusfasern im Ramus communicans albus auf. Diese ziehen in den Grenzstrang/Truncus sympathicus, um dort in den paravertebralen Ganglien auf postganglionäre Axone umgeschaltet zu werden. Nicht immer erfolgt dies segmental. Ein Aufstieg bzw. Abstieg in benachbart liegende Ganglien ist möglich. Im Bereich des Viszerums ziehen einige Fasern ohne Umschaltung zu den prävertebralen Ganglien. Der Grenzstrang ist eine paravertebral gelegene sympathische Ganglienkette aus beidseits 22 - 23 Ganglien mit einem unpaaren Ganglion impar. Das Ganglion cervicothoracicum/Ganglion stellatum geht aus der Verschmelzung des unteren Halsganglions mit dem obersten Brustganglion hervor. Verbunden werden die einzelnen Ganglien untereinander durch die Rami interganglionares. Die tragen in der Regel zu gleichen Anteilen präganglionär-efferente und sensorisch-afferente Faseranteile. Das 2. Axon, im Gegensatz zum ersten ohne Markscheide, gelangt nach Umschaltung über den Ramus communicans griseus auf 3 mögliche Wege zum Erfolgsorgan. Über die Anlagerung an den segmentalen Spinalnerven werden Haut und dementsprechend die Schweißdrüsen, Muskeln (M. erector pili) und Blutgefäße, aber auch die Gefäße der Muskulatur

erreicht. Teilweise bilden sich aus dem postganglionären Fasern nervale Strukturen, welche als Nervi cardiaci cervicales superiores, medii und inferiores (jeweils aus den entsprechenden zervikalen Ganglien) zum Herzen und aus dem oberen thorakalen Ganglien als Rami cardiaci zum Herzen und als Rami viszerale zur Lunge ziehen. Der Kopf wird sympathisch durch Anlagerung der postganglionären Axone aus dem Ganglion cervicale superius an die Adventitia der versorgenden Gefäße versorgt. Ein präganglionäres Axon wird nicht ausschließlich auf ein einzelnes postganglionäres Axon umgeschaltet. In der Regel gibt es Verbindung zu mehreren postganglionären Neuronen. Daraus resultiert eine divergente Erregungsleitung. Ebenso erhält stets ein postganglionäres Neuron Erregungen von verschiedenen präganglionären Axonen (konvergente Erregung). Aus diesem Zusammenhang entsteht die Möglichkeit einer integrativen Zusammenführung der neuronalen Informationen.

Das Schwitzen als physiologischer Mechanismus tritt bei Patienten mit der Diagnose einer Hyperhidrosis in einem Ausmaß auf, welches den natürlichen bzw. situativen Ansprüchen über Maßen nicht gerecht wird. Dabei ist die Schweißmenge stimulatorisch vermehrt, die Schweißdrüsen an sich sind in der Ausprägung und Anzahl nicht verändert (1). Das Krankheitsbild der Hyperhidrosis resultiert in subjektiv unterschiedlichem sozialen Leidensdruck des Patienten und wird nicht anhand einer definierten Schweißmenge, sondern vorwiegend anamnestisch diagnostiziert (2). Unterschieden werden die primäre idiopathische und die sekundäre Hyperhidrose. Dem Krankheitsbild der primären Hyperhidrose liegen keine weiteren Erkrankungen oder externen Ursachen zugrunde. Sie ist mit 95 % die häufigste Form der Hyperhidrose, erfordert aber zur Diagnosestellung zwingend den Ausschluss einer sekundären Genese (2). Die Methode der Gravimetrie dient nicht der Diagnosestellung, aber der Beurteilung des Verlaufs einer Behandlung und der Studiendokumentation.

Hinsichtlich der Prävalenz des Krankheitsbildes gibt es uneinheitliche Aussagen. Es variieren Angaben für vorwiegend kaukasisch geprägte Populationen von 1 % bis 3 % (3) bis ca. 5 % für Asien (4). Interessant ist die Berücksichtigung der ethnischen Herkunft. Liegt die Inzidenz bei US-Amerikanern kaukasischer Herkunft bei 2,8 %, bei Afro-Amerikanern und Ameriko-Latinos bei 4 %, steigt sie bei US-Bürgern asiatischer Herkunft auf 20 %. Die Unterschiede werden im Allgemeinen mit den klimatischen Einflüssen der ethnischen Herkunftsregionen in Verbindung gesetzt (5). Bei 30 % bis 65 % der Patienten lässt sich eine familiäre Prädisposition vermuten (2). Der Beginn der Krankheitszeichen liegt meist in der Zeit während oder kurz nach der Pubertät.

Die primäre fokale Hyperhidrose betrifft mit 51 % (2) bis 79 % (6) vor allem Achseln, aber auch Füße, Hände oder das Gesicht, also Areale, die vor allem für das emotionale Schwitzen verantwortlich sind. Diese Regionen zeichnen sich bei allen Menschen durch eine hohe Dichte ekkriner Schweißdrüsen aus. Im Gegensatz dazu finden sich apokrine Schweißdrüsen vor allem in der Axilla und in der Urogenitalregion. Als Duftdrüsen sezernieren sie ein visköses Sekret mit Lipiden, Cholesterin und Steroiden mit dem für jeden Menschen individuellen Geruch. Sofern als pathologisch wahrgenommen wird diese Form der Sekretion als Bromhidrosis bezeichnet.

Zur Behandlung der primären Hyperhidrose steht eine Reihe von Therapieverfahren zur Verfügung. Diese lassen sich in konservative und in die chirurgischen Verfahren einteilen. Zu den konservativen Prozeduren zählen neben der Anwendung verschiedenster Topica und Naturprodukten wie Salbeiprodukten auch medikamentöse Präparate. Iontophorese kann bei der Hyperhidrosis palmaris oder plantaris Erfolge zeigen. Behandlungen mit Botulinumtoxin kommen bei der Hyperhidrose der Axillen zur Praxis. Zu den weiteren Maßnahmen, bereits mit invasivem Ansatz, muss die Schweißdrüsenkürettage genannt werden. Vor dem Einsatz der chirurgischen Verfahren sollten die Möglichkeiten der konservativen Therapie ausgeschöpft werden (7, 8). Für die den konservativen Methoden therapieresistente palmare wie axillare Hyperhidrose stellt die endoskopische thorakale Sympathikus-Ausschaltung eine sinnvolle Therapieoption dar. Die Durchführung einer solchen Operation bei Formen der Hyperhidrosis ist eine allgemein akzeptierte Komponente im obligatorisch interdisziplinären und individuellen Behandlungskonzept (9).

Beginnend 1929 führte Adson erstmals die extrapleurale Sympathektomie von thorakodorsal durch (10); 1936 Smithwick die zervikale thorakale Sympathektomie (11) und 1954 Atkins die transaxilläre transpleurale Sympathektomie (12). Teils parallel entwickelten sich die heute als Standard angesehenen endoskopischen Varianten beginnend mit der endoskopisch-transpleuralen Sympathektomie im Jahr 1949 durch Kux (13). Bei schließlich eindeutiger Stellung zur thorakospischen Vorgehensweise waren die Meinungen nach der korrekten Höhe der Intervention am Grenzstrang lange Zeit teils sehr uneinheitlich.

Der Konsensusbeschluss von 2011 (14) macht ein strukturiertes Vorgehen klarer. Bei isolierter Hyperhidrosis palmaris wird eine Unterbindung auf Höhe oberhalb der 3. und 4. Rippe empfohlen (topR3 + topR4) mit dem etwas höheren Risiko für die Entwicklung eines kompensatorischen Schwitzens. Ein diesbezüglich geringes Risiko

besteht bei isolierter R4-Intervention, wenn auch mit der Möglichkeit einer schlechteren Ansprechrate. Bei kombiniertem Auftreten mit einer Hyperhidrosis plantaris wird die kombinierte topR4+topR5-Unterbindung als Konsensusentscheidung empfohlen.

Für die Hyperhidrosis axillaris ist die Ansprechrate erfahrungsgemäß niedriger mit höheren Rückfallraten. Die topR4+topR5-Unterbindung wird als operative Behandlung einer Hyperhidrosis axillaris, palmoaxillaris und palmoplantoaxillaris als Empfehlung ausgesprochen.

Eine eindeutige Entscheidung hinsichtlich der Technik der Unterbindung wurde nicht getroffen. Das Applizieren von Clips kann als praktische, schnelle, sichere und potentiell reversible Variante angesehen werden. (15, 16).

Die wesentliche Nebenwirkung der endoskopisch thorakalen Sympathikuschirurgie ist die Entwicklung der kompensatorischen Hyperhidrosen an den Körperarealen, die nicht von den Grenzstranganteilen oberhalb der Unterbindung versorgt werden. Die Häufigkeit des Auftretens eines kompensatorischen Schwitzens ist von der Höhe des operativen Eingriffs abhängig (17). In Untersuchungen nach Durchführung einer chirurgischen Sympathikusunterbindung waren in den jeweiligen Patientengruppen mit kombinierter Hyperhidrosis palmaris et axillaris ein kompensatorisches Schwitzen in bis zu 86 % bei einer unmittelbaren Erfolgsrate von bis zu 100 % zu beobachten (18, 19).

Beim Auftreten von für den Patienten intolerablen Formen des kompensatorischen Schwitzens ist die so früh wie mögliche Entfernung der Clips eine Option zur Symptomlinderung. Eine Entfernung bis zu 6 Monaten nach der Operation gilt als vertretbar. Die tatsächliche Regenerationsfähigkeit des unterbundenen, autonomen Nerven ist nach dieser Zeit nicht mehr als realistisch zu beurteilen. Eine diesbezügliche Erfolgsrate der Regredienz des kompensatorischen Schwitzens wird mit etwa 48% angegeben und kann zeitlich von Monaten bis zu einem Jahr andauern (20). Möglichkeiten der Rekonstruktion durch Nerveninterponate wurde in der Literatur mit unterschiedlichen Erfolgen und ohne Angabe relevanter Fallzahlen beschrieben.

Der erfahrene Thorakoskopiker vermag es, den Grenzstrang in Lokalisation und Höhe sicher und eindeutig zu identifizieren und somit das geplante Manöver erfolgreich durchzuführen. Kompliziert wird der Eingriff gelegentlich durch das Auftreten zusätzlicher, zu den in der Norm vorhandenen Leitungsbahnen nervaler Strukturen, den sogenannten alternate-neural-pathways. Als anatomische Variation des



sympathischen Nervensystems spielen diese meist zarten Umgehungsverbindungen für eine erfolgreiche Hyperhidrosischirurgie eine wichtige Rolle (21).

Die oft erwähnte Häufigkeit des sogenannten Kuntz-Nerven, welcher den Plexus brachialis mit dem zweiten sympathischen Ganglion verbindet, wird mit 38 % (22) bis 75 % (23, 24) angegeben. Eine analoge Nervenstruktur des dritten Ganglion wurde durch Kirgis et al. beschrieben. Der aberrante Verlauf dieser Strukturen zieht über die zugehörigen Rippen in einem Abstand von bis zu 30 mm. Die tatsächliche Makro-Anatomie des Sympathikus eines Körpers unterscheidet sich auch auf beiden Seiten mit gleichen Verhältnissen in etwa nur 16 %. Weitere Probleme entstehen aus thorakalen Variationen und Ausprägungen im venösen Abfluss (z. B. im Verlauf der Venae costales superiores), durch den Sympathikusstrang imitierende prominente Faszienstrukturen des Musculus longus colli und durch gelegentlich überproportional viel paramediastinales Fett (25).

Die tatsächlichen Vorgehensweisen zur endoskopisch thorakalen Sympathikus-Ausschaltung bleiben teilweise sehr unterschiedlich. Aus den geschilderten Tatsachen ergeben sich verschiedenste Ansätze zu Varianten des operativen Eingriffs. Bei strenger Indikationsstellung und gegebener Elektivität ist die Suche nach einer Standardisierung nötig. Eine möglichst einfache und praktikable Methode zum intraoperativem Monitoring als Erfolgskontrolle einer korrekten ETS würde bei unübersichtlichen Verhältnissen oder für den unerfahreneren Chirurgen eine interessante Möglichkeit der Erfolgskontrolle bieten. Diese Arbeit stellt die Oberflächentemperaturmessung als Methode des intraoperativen Monitorings einer endoskopisch-thorakalen Sympathikusausschaltung in der Behandlung der Hyperhidrosis palmo-axillaris vor.

## **Publikation**

Open Journal of Thoracic Surgery

eingereicht: 13.12.2012

angenommen: 29.01.2013

veröffentlicht: 28.03.2013

# Intraoperative Rise of Surface Temperature Monitors Success of Sympathectomy in Palmoaxillary Hyperhidrosis

Sebastian Krämer<sup>1</sup>, Axel Skuballa<sup>1</sup>, Uwe Eichfeld<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Thoracic Surgery, Klinikum St. Georg gGmbH, Leipzig, Germany; <sup>2</sup>Department of Surgery II, Abdominal, Transplant, Thoracic and Vascular Surgery, University Hospital Leipzig, Leipzig, Germany.  
Email: [sebastian.kraemer@sanktgeorg.de](mailto:sebastian.kraemer@sanktgeorg.de)

Received December 13<sup>th</sup>, 2012; revised January 16<sup>th</sup>, 2013; accepted January 29<sup>th</sup>, 2013

## ABSTRACT

**Objectives:** Patients with hyperhidrosis suffer from an extreme perspiration that cannot be aligned with natural or situational standards. Endoscopic sympathectomy is a meaningful option for palmar and axillary hyperhidrosis. A standardized method of monitoring the immediate intraoperative success has not been established yet. The presented investigation shows one proposed solution by monitoring skin surface temperature. The main aspect is to demonstrate a significant rise in temperature with utility for monitoring the immediate success of surgery. **Methods:** Twenty patients with primary hyperhidrosis were observed and treated in a standardized setting against a control group (n = 10). We obtained diverse data that permit determination of a point of time of measurement of surface temperature and definition of a degree of temperature variance. **Results:** After 5 minutes a significant change of 0.5° Celcius was noted on the palms; after 10 minutes on average 1.2° Celcius. Axillary temperature had significantly changed after 10 minutes with a mean temperature variation of 0.8° Celcius on the right side and 0.6° Celcius on the left side. **Conclusions:** Under consideration of appropriate time intervals of measurement and determined changes in surface temperature an early control of correct clip application in ETS is possible. In the palmar aspect an increase of 0.5° Celcius at an 5 minutes interval, and more than 1° Celcius at 10 minutes after placement of the clip as compared to basic values before application of the clip can be proposed.

**Keywords:** Hyperhidrosis; Sympathectomy; Temperature; Monitoring

## 1. Objectives

Sweating is a physiological mechanism of thermo regulation, among other effects. Patients with hyperhidrosis suffer from an extreme perspiration that cannot be aligned with natural or situational standards. Hyperhidrosis is not diagnosed on the basis of a specific quantity of perspiration, but primarily in terms of the patient's medical history [1]. The complex dysregulation of perspiration results in various degrees of subjective social distress for the patient.

A number of therapeutic procedures are available for the treatment of primary hyperhidrosis. The suitable therapeutic methods should be selected individually and adjusted to the patient's condition and the location of symptoms considering diverse topic therapies, anti-hidrotic drugs, subcutaneous curettage and the use of botulinum toxin among others. All suitable options of conservative therapy should be exhausted before opting for surgery [2]. Endoscopic thoracic sympathectomy (ETS) is a meaningful option for palmar as well as axillary hyperhidrosis that is resistant to conservative treat-

ment.

Performing an ETS in patients with various types of hyperhidrosis is a widely accepted part of the mandatory interdisciplinary and individual treatment concept [3]. The consensus report of 2011 [4] clarified the structured approach. The approaches used for endoscopic thoracoscopic sympathectomy are very different. For ETS treatment of axillary, palmoaxillary and palmoplantoaxillary hyperhidrosis, the consensus report recommends R4 + R5 procedure. The experts expressed no unequivocal decision as regards the technique of intervention. The application of clips can be considered as a practical, rapid, safe, and potentially reversible approach [5-7]. An experienced thoracoscopic surgeon may be able to identify the sympathetic trunk reliably and clearly in terms of its location and level, and thus perform the ETS maneuver successfully. The intervention may be difficult by the appearance of additional neural structures apart from standard nerve pathways, known as so-called alternate neural pathways. As anatomical variations of the sympathetic nervous system, these tender bypass routes play an important role in the success of hyperhidrosis surgery

[8-10]. To the inexperienced surgeon or the surgeon faced with ambiguous conditions or structures, a simple and practical low-cost method of intraoperative monitoring would serve as a useful means of controlling the success of ETS. Only estimating the effect of the operative procedure seems to be unacceptable.

In the current study we report on the measurement of surface temperature as a method of intraoperative monitoring of endoscopic thoracoscopic sympathectomy for treatment in palmoaxillary hyperhidrosis. Main issue is to provide a standardized way to presume success. We want to determine a point of time of measurement of surface temperature, to define a degree of temperature variance and to find the best time intervals between measurements.

## 2. Methods

Prospectively twenty patients ( $n = 20$ , 11 men, 9 women, mean age 25.7 years (range 20 - 35)) with therapyrefractory primary axillary hyperhidrosis or palmoaxillary hyperhidrosis were treated and observed in 6-month follow-up (observational time span from January 2010 to June 2011). The investigation was reviewed by the ethics review board of the State Chamber of Physicians of Saxony, Dresden, Germany (IRB approval). We maintained the standard of informed consent. The patients' disease-related medical history was determined preoperatively on the basis of a standardized questionnaire. We used subjective grades of classification ranging from severity grade 1 (absent) to severity grade 6 (maximal conceivable intensity) with reference to degree the feeling of limitation of social contacts in the patient's occupational and personal environment, physical malaise, and optical stress as well as unpleasant odors due to perspiration. Furthermore, we determined semi-quantitative severity grades from grade 0 to grade 3 according to the guidelines of the AWMF (Arbeits-gemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.-Germany's representation of Council for International Organizations of Medical Sciences CIOMS) [11]. Preoperative axillary and palmar perspiration rates (in mg/min) were determined after previous drying of the skin. Using precision scales (KERN EW150 - 3 M, Kern & Sohn GmbH, Balingen, Germany), we performed gravimetric measurement of the difference in weight on a strip of filter paper before and after 5 minute application of the paper. Surface temperature was measured on both palms and in both armpits using a suitable infrared thermometer (Genius Thermometer, Kendall/COVIDIEN, Mansfield, Massa-chusetts). Both measurements were performed under similar conditions on the second post-operative day. All these parameters should declare and objectify the ETS as successful in treating hyperhidrosis in the described cases.

In the study population eight patients had combined palmoaxillary hyperhidrosis while 12 patients had isolated axillary hyperhidrosis. Secondary hyperhidrosis had been ruled out in all patients. The mean duration of disease was 7 years (range 2 - 15 years). A familiar predisposition was noted in 65%. All patients had used various options of conservative therapy. No patient had undergone ETS previously. All 20 patients underwent the following procedure: single-lung ventilation in general anesthesia in a standardized surgical setting (the temperature setting for the operating room was 22°C), and a bilateral ETS (starting on the right side) in lateral position by means of clipping. No infusion was prewarmed nor applied via iv-access at the patients hands, but at the antecubital fossa area. The type of anesthesia (balanced anesthesia versus total intravenous anaesthesia (TIVA)) was not determined by the setting, but was entirely subject to the anesthetist's discretion. The investigations performed by Kwak *et al.* support this decision in that body temperature did not differ when using the two types of anesthesia mentioned above [12]. Although Propofol has been reported to cause a lower body temperature in comparison to narcotic gases they were comparable in conditions of mild perioperative hypothermia [13].

After performing three incisions for 5 mm trocars on the lateral chest wall the sympathetic trunk was exposed under camera guidance (30° optic, 5 mm) at the level of the 4th and 5th rib using diathermy hooks. At the upper margin of the 4th (topR4) and 5th rib (topR5), one titanium clip each was placed on the sympathetic trunk. In this study we use the 2011 consensus proposed nomenclatur according to the rib level and give up the ganglion related nomenclatur. All patients in our population were treated with topR4 + topR5 clipping, although this approach had not been validated by a consensus decision at the time. Furthermore, linear coagulation was performed during every intervention along the posterior circumference of the 4th rib in order to register any anatomical variations of the sympathetic trunk. Intraoperatively, the core temperature of the body was measured through a nasopharyngeal probe while surface temperature was discontinuously measured on a marked spot on the palm and the axilla immediately before clip application and 1 minute, 5 minutes and 10 minutes after placement of the clip. Following removal of all instruments and trocars, a chest tube (Charrière 18) was placed through the trocar used for the camera. The patient was repositioned. The subsequent procedure was the same as that performed on the contralateral side. The patient was discharged on the third postoperative day.

Further reevaluations were performed after four weeks and six months postoperatively, using a standardized list of questions—either by patients visit or via mail.

To ensure the statistical comparability of intraopera-

tive data, subsequently we performed a measurement in a control group of patients (n = 10, 6 men, 4 women, mean age 44.9 years (range 19 - 76 years)) with exclusion of hyperhidrosis who had undergone a video-assisted thoracoscopy with diagnostic partial lung resection using endoscopic surgical stapler. Outer conditions, places and time points of measurement and perioperative aspects were the same to the patients group.

Statistical analysis was performed by using the SPSS statistics (v20.0) program (IBM Deutschland GmbH, Ehningen, Germany). Statistical consultation was provided by the Institute of Medical Statistics and Epidemiology (IMISE) at the University of Leipzig and by the Clinical Trial Center Leipzig, KKSL. Statistical analysis were performed by using Wilcoxon and Mann-Whitney-u-test (confidence intervall 95%). p-values < 0.05 were considered to denote statistical significance.

### 3. Results

The mean duration of the hospital stay was 3.05 days. No perioperative complications occurred in this population during this period. Furthermore, all patients (n = 20) could be followed up with a list of questions after 2 days, 19 patients after 4 weeks, and 18 patients after 6 months. All patients demonstrated improvement in the symptoms of the disease immediately after surgery as well as during the subsequent course of their recovery. The subjective classification of severity before an after surgery vary clearly (**Table 1**). Variations in the severity grades according to the AWMF guideline are shown in **Table 1**. Pre- and post-operative temperatures differ distinctly in the palmar and the axillary aspect as well as for the right the left side (p-values according to Wilcoxon, **Table 2**). Gravimetric measurements with differences in all four positions (p-values according to Wilcoxon) are presented

**Table 1. Subjective classification of severity and semiobjective classification (AWMF guideline) in follow-up in mean (p-values according to WILCOXON, in relation to preoperative classification).**

Subjective classification (1 - 6) in mean	Preoperative	2nd postoperative day	4 weeks postoperative	6 months postoperative
Limitation in social life private	4.25 ± 1.3	1.1 ± 0.3 (p < 0.000)	1.11 ± 0.3 (p < 0.000)	1.11 ± 0.3 (p < 0.000)
Limitation in social life-occupational	5.4 ± 0.8	1.3 ± 0.5 (p < 0.000)	1.32 ± 0.3 (p < 0.000)	1.17 ± 0.3 (p < 0.000)
Physical malaise	4.95 ± 0.8	1.2 ± 0.4 (p < 0.000)	1.26 ± 0.4 (p < 0.000)	1.17 ± 0.3 (p < 0.000)
Optical limitations	3.05 ± 1.4	1.1 ± 0.2 (p < 0.000)	1.16 ± 0.3 (p < 0.000)	1.06 ± 0.2 (p < 0.000)
Unpleasant odors	4.75 ± 1.1	1.05 ± 0.3 (p < 0.000)	1.21 ± 0.3 (p < 0.000)	1.06 ± 0.2 (p < 0.000)
Semiobjective classification AWMF (1 - 3)	Preoperative	2nd postoperative day	4 weeks postoperative	6 months postoperative
Palms (n)	8	3	3	2
Severity grade	1.5 ± 0.5	1 ± 0.5	1 ± 0.5	1 ± 0.5
Armpits (n)	20	5	6	4
Severity grade	1.95 ± 0.9	1 ± 0.4	1 ± 0.2	1 ± 0.3

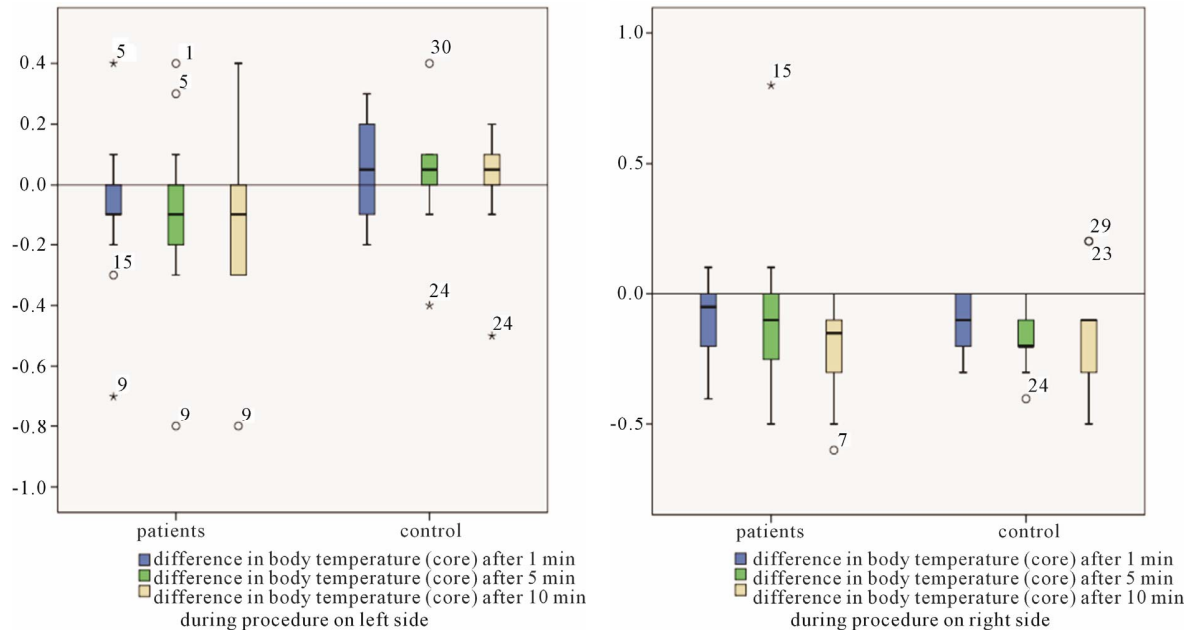
**Table 2. Comparison of pre- and postoperative temperature and gravimetric measurements (p-values according to WILCOXON).**

	Temperature in mean		Mean difference
	Preoperative	2nd postoperative day	
Degree Celcius			
Palm-right	30.3 (±1.9)	33.2 (±1.78)	+2.9 (±1.59) (p < 0.000)
Palm-left	30.1 (±2.1)	33.1 (±1.89)	+3.0 (±1.66) (p < 0.000)
Armpit-right	32.2 (±2.0)	34.4 (±1.75)	+2.2 (±1.28) (p < 0.000)
Armpit-left	32.5 (±1.9)	34.3 (±1.78)	+1.9 (±1.59) (p < 0.000)
Core	36.1 (±0.9)	35.8 (±1.21)	-0.3(±1.08) (p = 0.281)
	Gravimetry in mean		Mean difference
	Preoperative	2nd postoperative day	
mg/min			
Palm-right	59.5 (±120.7)	12.3 (±17.0)	47.1 (±119.4) (p < 0.000)
Palm-left	63.3 (±138.3)	7.9 (±5.8)	55.5 (±138.4) (p < 0.000)
Armpit-right	123.9 (±61.2)	19.8 (±13.0)	104.2 (±56.8) (p < 0.000)
Armpit-left	137.3 (±126.8)	19.0 (±11.3)	118.3 (±128.6) (p < 0.000)

in **Table 2**. Compensatory sweating was observed by questionnaire in 4 patients (20%) on the second postoperative day, in 4 patients (21.1%) after four weeks, and in 6 patients (33.3%) after six months.

Intraoperative measurements in patients (n = 20)

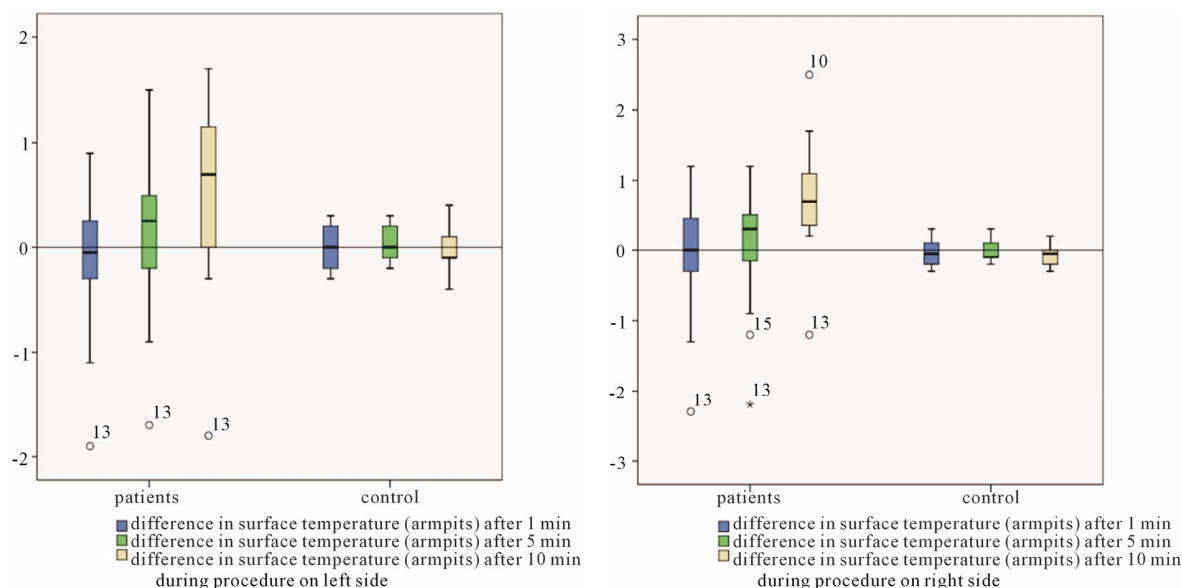
compared to measurements in the control group (n = 10) led to various conclusions presented in **Table 3** and shown in **Figures 1-3**. Body temperature differed in all patients, but there was no evidence of significance (Mann-Whitney U-test). The temperature in the operating



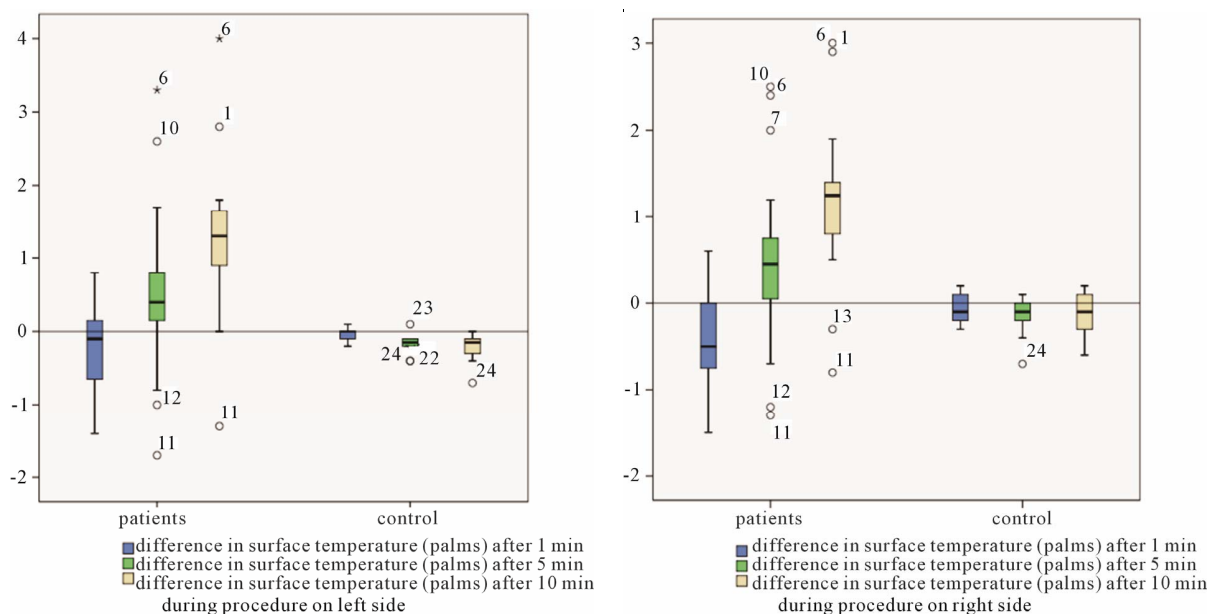
**Figure 1. Comparison of intraoperative measurements between patients group and control group-difference in body temperature (core).**

**Table 3. Intraoperative measurements in patients compared to measurements in the control group in mean (p-value according to Mann-Whitney U-test), body temperature data collected separately for corresponding side.**

Body core temperature	Patients		Control		p-value	
	right	left	right	left	right	left
Degree Celcius						
DeltaT after 1 min	-0.1 ± 0.13	-0.1 ± 0.20	-0.1 ± 0.10	0 ± 0.17	0.508	0.06
DeltaT after 5 min	-0.1 ± 0.27	-0.1 ± 0.25	-0.2 ± 0.13	0 ± 0.20	0.671	0.136
DeltaT after 10 min	-0.3 ± 0.17	-0.1 ± 0.25	-0.1 ± 0.21	0 ± 0.19	0.587	0.089
Temperature armpits	Patients		Control		p-value	
	right	left	right	left	right	left
Degree Celcius						
DeltaT after 1 min	-0.1 ± 0.78	-0.1 ± 0.66	0 ± 0.21	0 ± 0.21	0.809	0.758
DeltaT after 5 min	0.1 ± 0.78	0.2 ± 0.73	0 ± 0.16	0 ± 0.19	0.165	0.186
DeltaT after 10 min	0.8 ± 0.76	0.6 ± 0.87	-0.1 ± 0.16	0 ± 0.23	<0.000	0.015
Temperature palms	Patients		Control		p-value	
	right	left	right	left	right	left
Degree Celcius						
DeltaT after 1 min	-0.4 ± 0.61	-0.2 ± 0.57	-0.1 ± 0.17	0 ± 0.08	0.1158	0.268
DeltaT after 5 min	0.5 ± 1.02	0.5 ± 1.13	-0.2 ± 0.25	-0.2 ± 0.15	0.011	0.009
DeltaT after 10 min	1.2 ± 0.81	1.3 ± 1.02	-0.1 ± 0.24	-0.2 ± 0.21	<0.000	<0.000



**Figure 2. Comparison of intraoperative measurements between patients group and control group-difference in surface temperature (armpits).**



**Figure 3. Comparison of intraoperative measurements between patients group and control group-difference in surface temperature (palms).**

room was set to 22°C by the central air-conditioning system. In fact the temperature in the operating room was on average 22.2°C ( $\pm 0.5^\circ$  Celcius).

#### 4. Conclusions

Comparisons of pre- and postoperative measurements of palmar and axillary surface temperature as well as gravimetric measurement of the quantity of perspiration permitted limited objective assessment of the success of

treating this condition, which is associated with a very marked degree of subjective distress for the patient. However, these values do not permit objective assessment of the severity of the disease. The AWMF classifications are better established; they are regarded as a semi-objective measurement of the severity of this condition. Graded subjective assessments of the level of distress in respect of various aspects of daily life showed improvement in the patients' quality of life during follow-up.

Sympathetic denervation causes vasodilatation in the area being supplied by the nerves, thus raising the temperature in the area. Intraoperative measurement of surface temperature is a described method to assess the success of the procedure. Diverse ways of handling can be found [14,15]. Time intervalls for measurements and proposed temperature rises at a certain time point are inconsistent or rarely recorded. A continuous skin temperature measurement seems to be more replicable but may be altered by other operative/perioperative steps [16-18]. Monitoring palmar laser Doppler blood flow changes is another meanful option with a better temporal resolution. The cautery of the parietal pleura may lead to a variation before disruption the sympathetic chain. The utility of skin blood-flow measurements in identifying the success of the procedure is interfered by that [19].

We believe it is important to measure the temperature at determined points of time and to note according temperature variances. The data in the present investigation allows us to determine an increase of palmar surface temperature of at least 0.5° Celcius at a 5 minutes interval, and more than 1° Celcius at 10 minutes after placement of the clip as compared to basic values before application of the clip. The axillary measurements only show an significant increase of more than 0.5° Celcius at the 10 minutes interval after clip placement, obviously due to the more central body position. It can be concluded that monitoring surface temperature in the palmar aspect is more easily achieved by the cooperation of anesthetists. Under consideration of appropriate time intervals of measurement and determined changes in surface temperature an early control of correct clip application in ETS is possible. It might be useful for the beginner in ETS surgery as well as for the experienced surgeon confronted with ambiguous intraoperative or anatomical conditions. Besides it is in addition to *in-situ* fotography a further way of documentation.

This technique could have some value if the sympathectomy should be done at the lowest possible level to minimize compensatory sweating with a way to judge success [20]. By now the presented method and the given values are pratical suggestions in the surgical setting in treating palmoaxillary hyperhidrosis.

## REFERENCES

- [1] H. W. Walling, "Clinical Differentiation of Primary from Secondary Hyperhidrosis," *Journal of the American Academy of Dermatology*, Vol. 64, No. 4, 2011, pp. 690-695. [doi:10.1016/j.jaad.2010.03.013](https://doi.org/10.1016/j.jaad.2010.03.013)
- [2] R. Reisfeld, K. I. Berliner, "Evidence-Based Review of the Nonsurgical Management of Hyperhidrosis," *Thoracic Surgery Clinics*, Vol. 18, No. 2, 2008, pp. 157-166. [doi:10.1016/j.thorsurg.2008.01.004](https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2008.01.004)
- [3] T. Schlereth, M. Dieterich and F. Birklein, "Hyperhidrosis—Causes and Treatment of Enhanced Sweating," *Deutsches Aerzteblatt International*, Vol. 106, No. 3, 2009, pp. 32-37.
- [4] R. J. Cerfolio, J. R. De Campos, A. S. Bryant, *et al.*, "The Society of Thoracic Surgeons Expert Consensus for the Surgical Treatment of Hyperhidrosis," *The Annals of Thoracic Surgery*, Vol. 91, No. 5, 2011, pp. 1642-1648. [doi:10.1016/j.athoracsur.2011.01.105](https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2011.01.105)
- [5] H. J. Henteleff and D. Kalavrouziotis, "Evidence-Based Review of the Surgical Management of Hyperhidrosis," *Thoracic Surgery Clinics*, Vol. 18, No. 2, 2008, pp. 209-216. [doi:10.1016/j.thorsurg.2008.01.008](https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2008.01.008)
- [6] C. C. Lin, L. R. Mo, L. S. Lee, S. M. Ng and M. H. Hwang, "Thoracoscopic T2-Sympathetic Block by Clipping—A Better and Reversible Operation for Treatment of Hyperhidrosis Palmaris: Experience with 326 Cases," *The European Journal of Surgery*, No. 580, 1998, pp. 13-16.
- [7] H. Sugimura, E. H. Spratt, C. G. Compeau, D. Kattail and Y. Shargall, "Thoracoscopic Sympathetic Clipping for Hyperhidrosis: Long-Term Results and Reversibility," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, Vol. 137, No. 6, 2009, pp. 1370-1376. [doi:10.1016/j.jtcvs.2009.01.008](https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2009.01.008)
- [8] B. Zhang, Z. Li, X. Yang, *et al.*, "Anatomical Variations of the Upper Thoracic Sympathetic Chain," *Clinical Anatomy*, Vol. 22, No. 5, 2009, pp. 595-600. [doi:10.1002/ca.20803](https://doi.org/10.1002/ca.20803)
- [9] L. Ramsaroop, B. Singh, J. Moodley, P. Partab and K. S. Satyapal, "Anatomical Basis for a Successful Upper Limb Sympathectomy in the Thoracoscopic Era," *Clinical Anatomy*, Vol. 17, No. 4, 2004, pp. 294-299. [doi:10.1002/ca.10238](https://doi.org/10.1002/ca.10238)
- [10] I. H. Chung, C. S. Oh, K. S. Koh, H. J. Kim, H. C. Paik and D. Y. Lee, "Anatomic Variations of the T2 Nerve Root (Including the Nerve of Kuntz) and Their Implications for Sympathectomy," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, Vol. 123, No. 3, 2002, pp. 498-501. [doi:10.1067/mtc.2002.119340](https://doi.org/10.1067/mtc.2002.119340)
- [11] AWMF-Register Nr. 013/059, Klasse: S1, Definition und Therapie der Primären Hyperhidrose (Valid until 14.01.2017). <http://www.awmf.org>
- [12] H. J. Kwak, S. K. Min, I. K. Yi, Y. J. Chang and J. Y. Kim, "Comparison of the Effects of Sevoflurane and Propofol on Core Body Temperature during Laparoscopic Abdominal Surgery," *Korean Journal of Anesthesiology*, Vol. 61, No. 2, 2011, pp. 133-137. [doi:10.4097/kjae.2011.61.2.133](https://doi.org/10.4097/kjae.2011.61.2.133)
- [13] T. Chowdhury, H. Prabhakar, S. J. Bharati, K. Goyal, S. K. Dube and G. P. Singh, "Comparison of Propofol versus Sevoflurane on Thermoregulation in Patients Undergoing Transsphenoidal Pituitary Surgery: A Preliminary Study," *Saudi Journal of Anaesthesia*, Vol. 6, No. 1, 2012, pp. 12-15. [doi:10.4103/1658-354X.93046](https://doi.org/10.4103/1658-354X.93046)
- [14] X. Li, Y. R. Tu, M. Lin, F. C. Lai, J. F. Chen and H. W. Miao, "Minimizing Endoscopic Thoracic Sympathectomy for Primary Palmar Hyperhidrosis: Guided by Palmar Skin Temperature and Laser Doppler Blood Flow," *The Annals of Thoracic Surgery*, Vol. 87, No. 2, 2009, pp. 427-431.



- [doi:10.1016/j.athoracsur.2008.10.009](https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2008.10.009)
- [15] T. Y. Chuang, Y. S. Yen, J. W. Chiu, R. C. Chan, S. C. Chiang, M. P. Hsiao and L. S. Lee, "Intraoperative Monitoring of Skin Temperature Changes of Hands before, during and after Endoscopic Thoracic Sympathectomy: Using Infrared Thermograph and Thermometer for Measurement," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol. 78, No. 1, 1997, pp. 85-88.  
[doi:10.1016/S0003-9993\(97\)90016-2](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90016-2)
- [16] J. H. Eisenach, T. L. Pike, D. E. Wick, *et al.*, "A Comparison of Peripheral Skin Blood Flow and Temperature during Endoscopic Thoracic Sympathectomy," *Anesthesia & Analgesia*, Vol. 100, No. 1, 2005, pp. 269-276.  
[doi:10.1213/01.ANE.0000139934.15659.7F](https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000139934.15659.7F)
- [17] I. Ng and T. T. Yeo, "Palmar Hyperhidrosis: Intraoperative Monitoring with Laser Doppler Blood Flow as a Guide for Success after Endoscopic Thoracic Sympathectomy," *Neurosurgery*, Vol. 52, No. 1, 2003, pp. 127-130.
- [18] K. Lu, C. L. Liang, T. C. Lee, H. J. Chen, T. M. Su and P. C. Liliang, "Changes of Bilateral Palmar Skin Temperature in Transthoracic Endoscopic T-2 Sympathectomy," *Journal of Neurosurgery*, Vol. 92, No. S1, 2000, pp. 44-49.
- [19] C. G. Crandall, D. M. Meyer, S. L. Davis and S. M. Dellaria, "Palmar Skin Blood Flow and Temperature Responses throughout Endoscopic Sympathectomy," *Anesthesia & Analgesia*, Vol. 100, No. 1, 2005, pp. 277-283.  
[doi:10.1213/01.ANE.0000139359.46635.2D](https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000139359.46635.2D)
- [20] D. L. Miller, A. S. Bryant, S. D. Force and J. I. Miller Jr., "Effect of Sympathectomy Level on the Incidence of Compensatory Hyperhidrosis after Sympathectomy for Palmar Hyperhidrosis," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, Vol. 138, No. 3, 2009, pp. 581-585.  
[doi:10.1016/j.jtcvs.2009.03.059](https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2009.03.059)

## **Zusammenfassung der Arbeit**

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades - Dr. med. -

### **Oberflächentemperaturmessungen als Methode des intraoperativen Monitorings einer endoskopisch-thorakalen Sympathikusausschaltung bei Hyperhidrosis palmo-axillaris**

eingereicht von: Sebastian Krämer  
geboren am 27.01.1983  
in Plauen

angefertigt an: der Klinik für Thoraxchirurgie des Klinikums St. Georg gGmbH,  
Leipzig

und der

Klinik für Visceral-, Transplantations-, Thorax- und Gefäßchirurgie  
des Universitätsklinikums Leipzig AöR

betreut von: Dr. med. Axel Skuballa und Prof. Dr. med. Uwe Eichfeld

April 2013

Die Vergleiche aus prä- und postoperativ erhobenen Messungen der palmaren und axillären Oberflächentemperatur sowie des gravimetrisch bestimmten Gewichts der abgegebenen Schweißmenge ermöglichen eine Objektivierung der Beurteilung des Erfolgs in der Behandlung des stark von subjektiven Leidensdruck geprägtem Krankheitsbildes. Eine sichere objektive Schweregradbestimmung kann sich daraus nicht ergeben. Etablierter sind die Einteilungen nach der AWMF im Stil einer Semiobjektivität.

Graduierte subjektive Einschätzungen des Leidensdrucks hinsichtlich diverser Ebenen im täglichen Leben zeigen im follow-up die Verbesserung der Lebensqualität des Patienten an.

Die Ausschaltung der sympathischen Innervation führt zu einer Vasodilatation im versorgten Gebiet. Die Steigerung der Temperatur ist eine Folge. Die intraoperative Messung der Oberflächentemperatur ist eine bereits teilweise praktizierte Möglichkeit zur Erfolgskontrolle (26, 27). Die Differenzierung des Messpunktes, der Temperaturvariation und des zeitlichen Messintervalls war dabei bisher uneinheitlich. Die Aussagekraft der Methode blieb vage.

Aus den in der vorliegenden Untersuchung intraoperativ erhobenen Messungen ergeben sich Daten, die die Analyse eines möglichst günstigen Zeitpunktes zur intraoperativen Temperaturbestimmung erlauben, zu welchem ein signifikanter Temperaturanstieg nachweisbar ist.

Alle Patienten wurden dem follow-up schlussfolgernd erfolgreich behandelt. Bei isolierter Hyperhidrosis axillaris oder kombinierter Hyperhidrosis axillaris et palmaris zeigte ein Temperaturanstieg an palmarer Stelle von 0,5° Kelvin 5 Minuten und von über 1° Kelvin 10 Minuten nach Clip-Setzen im Vergleich zum Ausgangswert vor Clip-Applikation einen signifikanten Unterschied zu einer Kontrollgruppe an. Dieses standardisierte und in der Methode kontrollierte Monitoring der Oberflächentemperatur ist an palmarer Position durch eine Zusammenarbeit z. B. mit den Kollegen der Anästhesie im Alltag gut praktikabel und erlaubt rückschließend unter Berücksichtigung eines entsprechenden Messintervalls und Temperaturänderung eine frühmögliche Kontrolle der korrekten Clip-Applikation und stellt für Anfänger in der Sympathikuschirurgie sowie für geübte Chirurgen, bei beispielsweise unübersichtlichen intraoperativen oder anatomischen Verhältnissen, eine interessante Methode im operativen Setting dar. Neben der intraoperativen in-situ-Fotografie bietet es eine zusätzliche Möglichkeit einer OP-Dokumentation. Im Weiteren hat die Technik Anwendungspotential, wenn die niedrigst mögliche Sympathikusebene für ein bestimmten Hautareal gesucht wird, um Abseits des standardisierten Vorgehens, z. B. dem Wunsch des Patienten nach dem minimalst anzunehmenden Risiko des kompensatorischen Schwitzens, nachzukommen.

## **Literaturverzeichnis der Disseration**

1. K. Sato, W.H. Kang, K. Saga, K.T. Sato, „Biology of sweat glands and their disorders. II. Disorders of sweat gland function.“ J Am Acad Dermatol., 20, 1989, pp. 713-26.
2. H.W. Walling, „Clinical differentiation of primary from secondary hyperhidrosis.“ J Am Acad Dermatol., 64, 2011, pp. 690-5.
3. A.K. Leung, P.Y. Chan, M.C. Choi, „Hyperhidrosis.“ Int J Dermatol., 38, 1999, pp. 561-567.
4. X. Li, R. Chen, Y.R. Tu et al., „Epidemiological survey of primary palmar hyperhidrosis in adolescents“ Chin Med J., 120, 2007, pp. 2215-2217.
5. D.R. Strutton, J.W. Kowalski, D.A. Glaser, P.E. Stang, „US prevalence of hyperhidrosis and impact on individuals with axillary hyperhidrosis: results from a national survey.“ J Am Acad Dermatol., 51, 2004, pp. 241-248.
6. W. Lear, E. Kessler, N. Solish, D.A. Glaser, „An epidemiological study of hyperhidrosis.“ Dermatol Surg., 33, 2007; pp. 69-75.
7. L.P. Stolman, „Treatment of hyperhidrosis.“ Dermatol Clin., 16, 1998, pp. 863-869.
8. R. Reisfeld, K.I. Berliner, „Evidence-based review of the nonsurgical management of hyperhidrosis.“ Thorac Surg Clin., 18, 2008, pp. 157-66.
9. T. Schlereth, M. Dieterich and F. Birklein, „Hyperhidrosis-causes and treatment of enhanced sweating.“ Dtsch Arztebl Int., 106, 2009, pp. 32-37.
10. A.W. Adson, „The Surgical Indications for Sympathetic Ganglionectomy and Trunk Resection in the Treatment of Diseases Resulting from Vasomotor Spasm of Peripheral Arteries.“ Bull N Y Acad Med., 6, 1930, pp. 17-32.
11. R.H. Smithwick, „Modified dorsal sympathectomy for vascular spasm (Raynaud's disease) of the upper extremity: a preliminary report.“ Ann Surg., 104, 1936, pp. 339-350.
12. H.J. Atkins, „Sympathectomy by the axillary approach.“ Lancet, 266, 1954, pp. 538-539.
13. E. Kux, R. Vetter, „Endoscopic sympathectomy in angina pectoris.“ Dtsch Med Wochenschr., 75, 1950, pp. 747-51.
14. R.J. Cerfolio, J.R. De Campos, A.S. Bryant et al., „The Society of Thoracic Surgeons expert consensus for the surgical treatment of hyperhidrosis.“ Ann Thorac Surg., 91, 2011, pp. 1642-1648.
15. H.J. Hentleff and D. Kalavrouziotis, „Evidence-based review of the surgical management of hyperhidrosis.“ Thorac Surg Clin., 18, 2008, pp. 209-216.

- 16.C.C. Lin, L.R. Mo, L.S. Lee, S.M. Ng and M.H. Hwang, „Thoracoscopic T2-sympathetic block by clipping - a better and reversible operation for treatment of hyperhidrosis palmaris: experience with 326 cases.“ *Eur J Surg Suppl.*, 580, 1998, pp. 13-16.
- 17.D.L. Miller, A.S. Bryant, S.D. Force, J.I. Jr. Miller, „Effect of sympathectomy level on the incidence of compensatory hyperhidrosis after sympathectomy for palmar hyperhidrosis.“ *J Thorac Cardiovasc Surg.*, 138, 2009, pp. 581-585.
- 18.T.S. Lin, S.J. Kuo, M.C. Chou, „Uniportal endoscopic thoracic sympathectomy for treatment of palmar and axillary hyperhidrosis: analysis of 2000 cases.“ *Neurosurgery*, 51, 2002, pp. 84-87.
- 19.D. Gossot, D. Galetta, A. Pascal et al., „Long-term results of endoscopic thoracic sympathectomy for upper limb hyperhidrosis.“ *Ann Thorac Surg.*, 75, 2003, pp. 1075-1079.
- 20.H. Sugimura, E.H. Spratt, C.G. Compeau, D. Kattail and Y. Shargall, „Thoracoscopic sympathetic clipping for hyperhidrosis: long-term results and reversibility.“ *J Thorac Cardiovasc Surg.*, 137, 2009, pp. 1370-1376.
- 21.B. Zhang, Z. Li, X. Yang et al., „Anatomical variations of the upper thoracic sympathetic chain.“ *Clin Anat.*, 22, 2009, pp. 595-600.
- 22.I. Jit, R.N. Mukerjee, „Observations on the anatomy of the human thoracic sympathetic chain and its branches: with an anatomical assessment of operations for hypertension.“ *J Anat Soc India.*, 9, 1960, pp. 55-82.
- 23.H.D. Kirgis, A.F. Reed, J.Y. Pearce, „The relative effectiveness of sympathetic ganglionectomy and section of preganglionic fibers in inactivation of smooth muscle.“ *Surgery*, 28, 1950, pp. 941-949.
- 24.A. Kuntz, W.F. Alexander and C.L. Furcolo, „Complete sympathetic denervation of the upper extremity.“ *Ann Surg.*, 107, 1938, pp. 25-31.
- 25.L. Ramsaroop, B. Singh, J. Moodley, P. Partab and K.S. Satyapal, „Anatomical Basis for a Successful Upper Limb Sympathectomy in the Thoracoscopic Era.“ *Clinical Anatomy*, 17, 2004, pp. 294-299.
- 26.X. Li, Y.R. Tu, M. Lin, F.C. Lai, J.F. Chen and H.W. Miao, „Minimizing endoscopic thoracic sympathectomy for primary palmar hyperhidrosis: guided by palmar skin temperature and laser Doppler blood flow.“ *Ann Thorac Surg.*, 97, 2009, pp. 427-431.
- 27.T.Y. Chuang, Y. S. Yen, J.W. Chiu, R.C. Chan, S.C. Chiang, M.P. Hsiao and L.S. Lee, „Intraoperative monitoring of skin temperature changes of hands before, during and after endoscopic thoracic sympathectomy: using infrared thermograph and thermometer for measurement.“ *Arch Phys Med Rehabil.*, 78, 1997, pp. 85-88.

## **Literaturverzeichnis der Publikation**

1. H.W. Walling, „Clinical differentiation of primary from secondary hyperhidrosis.“ *J Am Acad Dermatol.*, 64, 2011, pp. 690-5.
2. R Reisfeld, K.I. Berliner, „Evidence-based review of the nonsurgical management of hyperhidrosis.“ *Thorac Surg Clin.*, 18, 2008, pp. 157-66.
3. T. Schlereth, M. Dieterich and F. Birklein, „Hyperhidrosis-causes and treatment of enhanced sweating.“ *Dtsch Arztebl Int.*, 106, 2009, pp. 32-37.
4. R.J. Cerfolio, J.R. De Campos, A.S. Bryant et al., „The Society of Thoracic Surgeons expert consensus for the surgical treatment of hyperhidrosis.“ *Ann Thorac Surg.*, 91, 2011, pp. 1642-1648.
5. H.J. Henteleff and D. Kalavrouziotis, „Evidence-based review of the surgical management of hyperhidrosis.“ *Thorac Surg Clin.*, 18, 2008, pp. 209-216.
6. C.C. Lin, L.R. Mo, L.S. Lee, S.M. Ng and M.H. Hwang, „Thoracoscopic T2-sympathetic block by clipping - a better and reversible operation for treatment of hyperhidrosis palmaris: experience with 326 cases.“ *Eur J Surg Suppl.*, 580, 1998, pp. 13-16.
7. H. Sugimura, E.H. Spratt, C.G. Compeau, D. Kattail and Y. Shargall, „Thoracoscopic sympathetic clipping for hyperhidrosis: long-term results and reversibility.“ *J Thorac Cardiovasc Surg.*, 137, 2009, pp. 1370-6.
8. B. Zhang, Z. Li, X. Yang et al., „Anatomical variations of the upper thoracic sympathetic chain.“ *Clin Anat.*, 22, 2009, pp. 595-600.
9. L. Ramsaroop, B. Singh, J. Moodley, P. Partab and K.S. Satyapal, „Anatomical Basis for a Successful Upper Limb Sympathectomy in the Thoracoscopic Era.“ *Clinical Anatomy*, 17, 2004, pp. 294–299.
10. I.H. Chung, C.S. Oh, K.S. Koh, H.J. Kim, H.C. Paik and D.Y. Lee, „Anatomic variations of the T2 nerve root (including the nerve of Kuntz) and their implications for sympathectomy.“ *J Thorac Cardiovasc Surg.*, 123, 2002, pp. 498-501.
11. AWMF-Register Nr. 013/059, Klasse: S1, Definition und Therapie der primären Hyperhidrose (valid until 14.01.2017), <http://www.awmf.org>
12. H.J. Kwak, S.K. Min, I.K. Yi, Y.J. Chang and J.Y. Kim, „Comparison of the effects of sevoflurane and propofol on core body temperature during laparoscopic abdominal surgery.“ *Korean J Anesthesiol.*, 61, 2011, pp. 133-7.
13. T. Chowdhury, H. Prabhakar, S.J. Bharati, K. Goyal, S.K. Dube, G.P. Singh, „Comparison of propofol versus sevoflurane on thermoregulation in patients undergoing transsphenoidal pituitary surgery: A preliminary study.“ *Saudi J Anaesth.*, 6, 2012, pp. 12-5.

- 14.X. Li, Y.R. Tu, M. Lin, F.C. Lai, J.F. Chen and H.W. Miao, „Minimizing endoscopic thoracic sympathectomy for primary palmar hyperhidrosis: guided by palmar skin temperature and laser Doppler blood flow.“ *Ann Thorac Surg.*, 97, 2009, pp. 427-431.
- 15.T.Y. Chuang, Y. S. Yen, J.W. Chiu, R.C. Chan, S.C. Chiang, M.P. Hsiao and L.S. Lee, „Intraoperative monitoring of skin temperature changes of hands before, during and after endoscopic thoracic sympathectomy: using infrared thermograph and thermometer for measurement.“ *Arch Phys Med Rehabil.*, 78, 1997, pp. 85-88.
- 16.J.H. Eisenach, T.L. Pike, D.E. Wick et al., „A comparison of peripheral skin blood flow and temperature during endoscopic thoracic sympatotomy.“ *Anesth Analg.*, 100, 2005, pp. 269-276.
- 17.I. Ng and T.T. Yeo, „Palmar hyperhidrosis: intraoperative monitoring with laser Doppler blood flow as a guide for success after endoscopic thoracic sympathectomy.“ *Neurosurgery*, 52, 2003, pp. 127-130.
- 18.K. Lu, C.L. Liang, T.C. Lee, H.J. Chen, T.M. Su and P.C. Liliang, „Changes of bilateral palmar skin temperature in transthoracic endoscopic T-2 sympathectomy.“ *J Neurosurg.*, 92, 2000, pp. 44-49.
- 19.C.G. Crandall, D.M. Meyer, S.L. Davis and S.M. Dellaria, „Palmar skin blood flow and temperature responses throughout endoscopic sympathectomy.“ *Anesth Analg.*, 100, 2005, pp. 277-283.
- 20.D.L. Miller, A.S. Bryant, S.D. Force and J.I. Miller Jr., „Effect of sympathectomy level on the incidence of compensatory hyperhidrosis after sympathectomy for palmar hyperhidrosis.“ *J Thorac Cardiovasc Surg.*, 138, 2009, pp. 581-585.

## **Erklärung über die Selbstständigkeit der Arbeit**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren.

---

Datum

---

Unterschrift



## **Lebenslauf**

Sebastian Krämer  
geboren: 27.01.1983 in Plauen

- seit 2009            Assistenzarzt für Thoraxchirurgie  
                          Klinik für Thoraxchirurgie  
                          Klinikum St. Georg gGmbH, Leipzig  
                          2009 - 2010 common-trunk  
                          2011 Zusatzqualifikation Notfallmedizin
- 2002 bis 2008        Studium der Humanmedizin  
                          Universität Leipzig  
                          1. Ärztliche Prüfung, September 2004  
                          2. Ärztliche Prüfung, Oktober 2008
- 2001 bis 2002        Zivildienst  
                          Krankenhaus Bethanien gGmbH, Plauen
- 1993 bis 2002        Allgemeine Hochschulreife  
                          Lessing-Gymnasium, Plauen
- 1989 bis 1993        Grundschulbildung  
                          Friedrich-Rückert-Schule, Plauen

Leipzig, Samstag, 20.04.2013